

第九章 使用说明

特别提示:①为避免输入的插值曲线与逼近曲线曲面数据点采用整型类型引起计算与结果误差,本章直接采用了双精度类型。

②本章汇集了多个 CAD 实际工程应用的曲线曲面数据,包括头型数据、多种不同类型的翼型数据在内的曲线数据。包括杯子数据与拉形钣金件点云数据在内的曲面数据。这些数据都采用 DAT 数据文件格式(扩展名为.dat),仅拉形钣金件点云数据采用文本数据文件格式(扩展名为.txt)。这些以数据文件输入的数据与由鼠标或键盘输入的实验数据在处理和输出显示是不同的。

9.0 基本功能号

- 6: 一般的三次 B 样条插值曲线;
- 5: 二阶参数连续三次 B 样条插值闭曲线;
- 10: 双三次 B 样条插值曲面;
- 12: B 样条曲线逼近;
- 14: B 样条曲面逼近。

9.1 B 样条曲线拟合类型选择

三次 B 样条插值曲线首先划分为一般的三次 B 样条插值曲线与特殊的三次 B 样条插值曲线,这里所指特殊的三次 B 样条插值曲线特指二阶参数连续三次 B 样条插值闭曲线。而一般的三次 B 样条插值曲线既可构造开曲线,也可构造闭曲线,但一般地在相重的首末端点处仅 C^0 连续即位置连续。

然后,将进入三次 B 样条插值曲线的另一种通常的按数据点参数化方分类类型,见 8.1.6 节。

9.1.1 一般的三次 B 样条插值曲线

点击菜单“B 样条曲线类型选择→一般的三次 B 样条插值曲线”,弹出输入方式选择的次级菜单。

9.1.1.1 鼠标输入数据点

若选择“鼠标输入数据点”,单击直接输入点,右击结束输入,即生成并显示缺省数据点参数化方法即规范弦长参数化的三次 B 样条插值曲线,且在图形区下方显示节点矢量。

9.1.1.2 键盘输入数据点

若选择“键盘输入数据点”,则在弹出的“输入点坐标”对话框中直接用键盘输入点的坐标值,每输入一对 (x,y) 坐标后按一次“添加”按钮,输完全部点坐标后按“结束”按钮与“确定”按钮退出,即生成并显示缺省条件:数据点采用规范弦长参数化、节点配置采用与参数三次样条曲线等价的方法、两端边界条件均采用自由端点条件下的三次 B 样条插值曲线,且在图形区下方显示节点矢量。

9.1.1.3 输入头型数据文件

若选择“输入头型数据文件”,将弹出“打开”对话框,在上部查找范围(I):右侧的组合框,点击右边下指的小三角形,弹出目录,找到本章目录下的头型数据文件夹,打开该文件夹,将在中部空白处显示头型数据文件,单击选中,将在下部文件名(N):的空白框中显示选中的文件,然后按右下方的“打开”按钮退出,即显示头型数据点的插值曲线,且在下方显示节点矢量。

注意:因数据文件输入的数据点多而密,数据点将不再用小正方形标记,改用点标记。控制顶点仍用小正方形标记。节点矢量仅显示节点位置,不给出数值显示。下同。

9.1.1.4 格式 A0 数据文件输入数据点

9.1.1.4.1 上弧线

点击菜单“格式 A0 数据文件输入数据点→上弧线”，将弹出“打开”对话框，找到并打开本章目录下的翼型数据文件夹下的格式 A0 文件夹，用鼠标点选其中的任一个翼型数据文件，按“打开”按钮退出，将显示插值该翼型上弧线数据点的上弧线。

9.1.1.4.2 下弧线

点击菜单“格式 A0 数据文件输入数据点→下弧线”，将弹出“打开”对话框，找到并打开本章目录下的翼型数据文件夹下的格式 A0 文件夹，用鼠标点选其中的任一个翼型数据文件，按“打开”按钮退出，将显示插值该翼型下弧线数据点的下弧线。

9.1.1.4.3 全翼型

点击菜单“格式 A0 数据文件输入数据点→全翼型”，将弹出“打开”对话框，找到并打开本章目录下的翼型数据文件夹下的格式 A0 文件夹，用鼠标点选其中的任一个翼型数据文件，按“打开”按钮退出，将显示插值该翼型上下弧线数据点的全翼型曲线。

9.1.1.5 格式 A1 数据文件输入数据点

与 9.1.1.4 格式 A0 数据文件输入数据点类似。

9.1.2 二阶参数连续三次 B 样条插值闭曲线

点击菜单“B 样条曲线类型选择→二阶参数连续一般的三次 B 样条插值曲线”，弹出输入方式选择的次级菜单。

9.1.2.1 鼠标输入数据点

若选择“鼠标输入数据点”，单击直接输入点，右击结束输入，即生成并显示缺省条件：数据点采用规范弦长参数化、节点配置采用与参数三次样条曲线等价的方法、两端边界条件均采用自由端点条件下的三次 B 样条插值曲线，且在图形区下方显示节点矢量。

9.1.2.2 键盘输入数据点

若选择“键盘输入数据点”，则在弹出的“输入点坐标”对话框中直接用键盘输入点的坐标值，每输入一对 (x,y) 坐标后按一次添加按钮，输完全部点坐标后按“结束”按钮与“确定”按钮退出，即生成并显示缺省条件：数据点采用规范弦长参数化、节点配置采用与参数三次样条曲线等价的方法下的二阶参数连续的三次 B 样条插值闭曲线，且在图形区下方显示节点矢量。

注意：三次 B 样条插值闭曲线的首末端点相重，内部程序自动将末端点置为首端点，故不用输入末端点。

9.1.3 B 样条曲线逼近

点击菜单“B 样条曲线类型选择→B 样条曲线逼近”，弹出输入方式选择的次级菜单。

9.1.3.1 鼠标输入数据点

若选择“鼠标输入数据点”，单击直接输入点，右击结束输入，即生成并显示缺省条件（数据点参数化方法采用规范弦长参数化、逼近曲线次数等于 3、初始控制顶点数等于 4，节点配置采用笔者建议的统一平均技术（简称 UAVG））下的初始 B 样条逼近曲线，实际就是三次贝齐尔曲线。并显示逼近曲线对数据点的最大偏差，且在图形区下方显示数据点参数化与节点矢量。

9.1.3.2 键盘输入数据点

若选择“键盘输入数据点”，则直接用键盘输入点的坐标值，输入整数或实数均可。输完后按“结束”按钮退出，即生成并显示同样缺省条件下的 B 样条逼近曲线及逼近曲线对数据点的最大偏差，且在图形区下方显示数据点参数化与节点矢量。

若最大偏差小于等于逼近容差，还将显示“B 样条曲线逼近,对数据点偏差在规定精度以内!”；特殊情况，若控制顶点数加 1 等于数据点数时，将显示“已是 B 样条曲线插值,对

数据点无偏差!”, 该插值曲线不同于一般的三次 B 样条插值曲线, 形状略有差异。在逼近情况下, 都将在曲线上用尺寸线和箭头指示最大偏差位置, 并在中下部用文字显示当前的逼近参数和最大偏差。

9.1.3.3 输入头型数据文件

若选择“输入头型数据文件”, 将弹出“打开”对话框, 找到并打开本章目录下的头型数据文件夹, 用鼠标点选其中的任一个头型数据文件, 按“打开”按钮退出, 即显示该头型数据的逼近曲线, 且在下方显示节点矢量。

9.1.3.4 格式 A0 数据文件输入数据点

9.1.3.4.1 上弧线

点击菜单“格式 A0 数据文件输入数据点→上弧线”, 在弹出的“打开”对话框中找到并打开本章目录下的翼型数据文件夹下的格式 A0 文件夹, 用鼠标点选其中的任一个翼型数据文件, 将显示逼近该翼型上弧线数据点的上弧线。

9.1.3.4.2 下弧线

点击菜单“格式 A0 数据文件输入数据点→下弧线”, 在弹出的“打开”对话框中找到并打开本章目录下的翼型数据文件夹下的格式 A0 文件夹, 用鼠标点选其中的任一个翼型数据文件, 将显示逼近该翼型下弧线数据点的下弧线。

9.1.3.4.3 全翼型

点击菜单“格式 A0 数据文件输入数据点→全翼型”, 在弹出的“打开”对话框中找到并打开本章目录下的翼型数据文件夹下的格式 A0 文件夹, 用鼠标点选其中的任一个翼型数据文件, 将显示逼近该翼型数据点的全翼型曲线。

9.1.3.5 格式 A1 数据文件输入数据点

与 9.1.1.4 格式 A0 数据文件输入数据点类似。

9.1.3.6 格式 B00 数据文件输入数据点

单击菜单项, 在弹出的“打开”对话框中找到并打开本章目录下的翼型数据文件夹下的格式 B00 文件夹, 用鼠标点选其中的任一个翼型数据文件, 将显示逼近该翼型数据点的全翼型曲线。这是一个对称翼型曲线。

9.1.3.7 格式 B0 数据文件输入数据点

单击菜单项, 在弹出的“打开”对话框中找到并打开本章目录下的翼型数据文件夹下的格式 B0 文件夹, 用鼠标点选其中的任一个翼型数据文件, 将显示逼近该翼型数据点的全翼型曲线。

9.1.3.8 格式 B1 数据文件输入数据点~9.1.3.12 格式 B4 数据文件输入数据点

与 9.1.1.7 格式 B0 数据文件输入数据点类似。

9.2 拟合曲线属性操作

9.2.1 修改插值数据点

单击菜单项, 弹出“数据点序号”对话框, 输入待修改数据顶点的序号, 按“确定”按钮退出后, 又弹出“修改数据点坐标”对话框, 中间两编辑框中显示的是待修改那个数据点的两个当前坐标值。输入新的坐标值后按“确定”按钮退出, 即显示该数据点修改后的位置、形状发生了变化的控制多边形及插值曲线。

9.2.2 改变插值数据点参数化方法

单击菜单项, 将弹出“曲线数据点参数化方法”对话框, 其中显示的是当前采用的数据点参数化方法, 可不予改变, 也可改选新的参数化方法, 然后按“确定”按钮退出, 即生成并显示所选参数化方法下的三次 B 样条插值曲线。

9.2.3 改变插值曲线边界条件

如果当前显示的是一般的三次 B 样条插值曲线，单击菜单项，将弹出“边界条件”对话框，首末端都各有：自由端点条件、抛物线条件、切矢条件（鼠标输入）、切矢条件（键盘输入）、虚节点条件、非节点条件、翼型条件等七种不同选择。首末端边界条件可相同，也可不同。首次显示的首末端边界条件都是缺省的自由端点条件，用户可不予改变，也可改选其他边界条件，如果选中首末端边界条件为切矢条件（鼠标输入），则用户可直接拖动显示的首末端切矢端，即可实时改变曲线的形状。这里采用切矢的显示模长不同于实际模长，是因为若按实际模长显示，则切矢端往往超出屏幕显示范围，导致用户无法使用鼠标拖动切矢端操作。如果选中首末端边界条件为切矢条件（键盘输入），将弹出“首末端切矢”对话框，编辑框中显示的是当前所用的实际首末端切矢，也可输入新的实际首末端切矢。输入切矢后，按“确定”按钮退出，即生成并显示所输入切矢下的三次 B 样条插值开曲线。如果输入的是新切矢值，则曲线形状将发生相应改变。末端切矢条件类似。如果选中首末端边界条件为虚节点条件，则将弹出“首末端虚节点参数”对话框，编辑框中显示的 0.5 是缺省的虚节点参数。用户可不予改变，也可输入新的虚节点参数。输入虚节点参数值后，按“确定”按钮退出，即生成并显示所输入虚节点参数下的三次 B 样条插值开曲线。如果输入的是新虚节点参数值，则曲线形状将发生相应改变。末端边界条件为虚节点条件类似。

翼型条件是一种特殊的切矢条件，切矢方向恒为平行于 y 轴的方向。可以一端或两端选翼型条件。若一端选翼型条件，另一端只能选翼型条件或自由端条件。当某端选翼型条件后，将要求输入该端点曲率半径，只需输入曲率半径的绝对值，曲率半径的正负号将由程序自动判定。输完曲率半径，按“确定”按钮退出，即生成满足该翼型条件的翼型曲线。

9.2.4 显示控制多边形

无论当前显示的是哪种类型曲线，单击菜单项，弹出“选择显示曲面方式”对话框，选中显示控制多边形或控制网格左边的小正方形即复选框，打上勾，按“确定”按钮退出，即显示曲线的控制多边形。如果已经显示了控制多边形，只需点选显示控制多边形或控制网格左边的小正方形即复选框，去掉勾，按“确定”按钮退出即可。

9.2.5 修改逼近数据点

单击菜单项，弹出“数据点序号”对话框，输入待修改数据顶点的序号，按“确定”按钮退出后，又弹“修改数据点坐标”对话框，中间两编辑框中显示的是待修改那个数据点的两个当前坐标值。输入新的坐标值后按“确定”按钮退出，即显示该数据点修改后的位置、形状发生了变化的控制多边形及逼近曲线。

9.2.6 改变逼近数据点参数化方法

单击菜单项，将弹出“曲线逼近数据点参数化方法”对话框，其中显示的是当前采用的数据点参数化方法，可不予改变，也可改选新的参数化方法，按“确定”按钮退出，即生成并显示其他条件不变仅参数化方法改为所选参数化方法下的 B 样条逼近曲线。

9.2.7 改变节点配置技术

单击菜单项，将弹出次级菜单，其中列举了四种节点配置技术：皮格尔-蒂勒的平均技术（AVG）+节点配置技术（KTP）、皮格尔-蒂勒的新节点配置技术（NKTP）、修正的节点配置技术（MKTP）与笔者建议的 UAVG。缺省为笔者建议的 UAVG。选择其一，得其他条件不变仅节点配置技术为所选技术下的 B 样条逼近曲线。由此可对四种节点配置技术进行比较，可以见到：皮格尔-蒂勒的平均技术(AVG)加节点配置技术（KTP）对于插值和逼近两种情况在节点配置技术上不统一，皮格尔-蒂勒的新节点配置技术（NKTP）实现了插值和逼近两种情况在节点配置技术上的统一。针对总体具有对称性的数据点，皮格尔-蒂勒的平均技术(AVG)+节点配置技术（KTP）和新节点配置技术（NKTP）生成的插值曲线都具有对称性，但生成的逼近曲线都不具有对称性。修正的节点配置技术(MKTP)与笔者建议的 UAVG 生成的插值曲线与逼近曲线都具有对称性，但修正的节点配置技术(MKTP)对于插值和逼近

两种情况在节点配置方法上不统一，而笔者建议的 UAVG 实现了插值和逼近两种情况在节点配置方法上的统一。由此可得出，笔者建议的 UAVG 是唯一可取的选择，因此被确定为缺省的节点配置技术。也所以，笔者建议的 UAVG 被唯一地推广到 B 样条曲面拟合。

9.2.8 改变曲线逼近参数

单击菜单项，将弹出“修改曲线逼近参数”对话框，其中的编辑框中显示的是当前取值。逼近参数有三项：逼近曲线次数、控制顶点数与逼近容差。可修改前两项逼近参数中任一项或同时修改前两项，将改变生成的 B 样条拟合曲线的形状。仅修改逼近容差对拟合曲线的形状不产生影响。按“确定”按钮退出，即生成并显示其他条件不变仅逼近参数为所取值下的 B 样条曲线逼近结果。可能出现五种情况之一：①达到目标，得到保真度或光顺性良好，且对数据点偏差在规定精度以内。如果有多条逼近曲线满足该要求，包括插值曲线也可能满足要求，这时可选控制顶点数最少的一条。②无解，这时线性方程组系数矩阵奇异，逼近曲线不存在，仅显示数据点。③失控，这时部分有时甚至大部控制顶点或逼近曲线偏离数据点到达很远处。④不光顺，这时可能存在二重点或尖点或多余拐点。逼近曲线对数据点偏差有可能超过规定精度，或虽在规定精度以内，但存在光顺问题。插值曲线对数据点无偏差，也可能存在光顺问题。⑤虽光顺但超差，逼近曲线对数据点的最大偏差超出规定精度。

9.2.9 逼近曲线控制顶点数增加 1

在显示拟合曲线最大偏差情况下，单击菜单项，将使拟合曲线的控制顶点数增加一个，就进入迭代过程。每完成一次迭代，可察看其他缺省条件不变，迭代后生成的 B 样条逼近曲线、控制顶点、对数据点的最大偏差变化情况及节点矢量的变化情况。迭代生成的 B 样条逼近曲线都是一般 B 样条曲线。每次迭代的结果可能出现 9.2.8 所列五种情况之一：如果出现情况①，迭代终止。如果出现②~⑤，都应继续迭代。

当迭代需要回到顶点数较少的情况或直接到某个顶点数较多的情况时，可改选“改变曲线逼近参数”菜单项。

9.2.10 计算显示曲线上点和导矢

单击菜单项，弹出“输入参数值与导矢阶数”对话框，输入后，按“确定”按钮退出，即在由输入参数值确定的曲线上点处显示相应的导矢及其坐标分量值。注意，在 B 样条曲线逼近迭代过程中不能同时执行该项功能。再次单击菜单项，又弹出“输入参数值与导矢阶数”对话框，输入后，按“确定”按钮退出，则上次显示消失，即在由新输入参数值确定的曲线上点处显示相应的新导矢及其坐标分量值。

特别地，若输入的参数值 u 为内节点值，则将会弹出“内节点值导矢选择”对话框，如直接按“确定”按钮退出，即默认情况下将计算输出右导矢，也可通过单选钮改为点选“计算左导矢”，则输出左导矢。左右导矢有可能相等，也有可能不相等即不连续，取决于次数、节点重复度与导矢阶数。

9.2.11 显示相对曲率

无论当前显示的是那种类型的 B 样条曲线，单击菜单项，都将显示曲线的相对曲率随参数变化的红色曲线。

9.2.11 鼠标拖动修改曲线形状

这是在菜单项中未列出的一项属性操作，不必单击菜单即可进行。

对生成的三次 B 样条插值曲线和逼近曲线，都可移动鼠标指到某个希望移动的数据点，按住鼠标左键进行拖动，修改插值曲线的形状。如果插值曲线首末端之一或两者都选用切矢边界条件（鼠标拖动）时，即可直接拖动显示的切矢矢端，修改插值曲线的形状。但由反算生成的插值曲线与逼近 B 样条曲线的控制顶点鼠标拖动被禁用。注意，在 B 样条曲线逼近迭代过程中不能拖动。

9.3 B 样条曲面拟合类型选择

9.3.1 双三次 B 样条插值曲面

9.3.1.1 鼠标输入数据点

单击菜单项，将弹出“输入 U 向 V 向数据点数”对话框，在输入两个方向数据点数后，按“确定”按钮退出，则屏幕显示三视图视区，即可按照输入的数据点数目在主视图和俯视图中单击依次输入点(通过在两个二维视图中输入点来确定控制顶点的三维坐标)，按 u 向顺序输入。输入结束，即生成并显示所输入数据点定义的在缺省条件（平均规范积累弦长参数化、节点配置采用与参数三次样条曲线等价的方法、自由边界条件）下双三次 B 样条插值曲面的三视图，且在右下方的第四视区显示 U 向、 V 向节点矢量。

9.3.1.2 键盘输入数据点

单击菜单项，将弹出“输入 U 向 V 向数据点数”对话框，在输入两个方向数据点数后，按“确定”按钮退出，在弹出的“输入点坐标”对话框中直接用键盘输入数据点的三维坐标值。输入完按“结束”按钮退出。即生成并显示所输入数据点定义的在缺省条件（平均规范积累弦长参数化、节点配置采用与参数三次样条曲线等价的方法、自由边界条件）下双三次 B 样条插值曲面的三视图，且在右下方的第四视区显示 U 向、 V 向节点矢量。

9.3.1.3 DAT 数据文件输入

单击菜单项，将弹出“打开”对话框，在本章目录下找到惟一的曲面 DAT 数据文件：CupData.dat，选中该数据文件，即生成并显示所输入数据文件所含数据点定义的在缺省条件（平均规范积累弦长参数化、节点配置采用与参数三次样条曲线等价的方法、自由边界条件）下双三次 B 样条插值曲面的三视图，且在右下方的第四视区显示 U 向、 V 向节点矢量。

9.3.2 B 样条曲面逼近

9.3.2.1 鼠标输入数据点

单击菜单项，将弹出“输入 U 向 V 向数据点数”对话框，在输入两个方向数据点数后，按“确定”按钮退出，则屏幕显示三视图视区，即可按照输入的数据点数目在主视图和俯视图中单击依次输入点（通过在两个二维视图中输入点来确定控制顶点的三维坐标），按 u 向顺序输入。输入结束，即生成并显示所输入数据点定义的在缺省条件（平均规范积累弦长参数化、双三次，两个方向控制顶点数都等于 3）下采用笔者建议的 UAVG 确定节点配置的 B 样条逼近曲面的三视图，且在右下方的第四视区显示 U 向、 V 向节点矢量。

9.3.2.2 键盘输入数据点

单击菜单项，将弹出输入方式选择的次级菜单将弹出输入 U 向 V 向数据点数对话框，在输入两个方向数据点数后，按“确定”按钮退出，在弹出的“输入点坐标”对话框中直接用键盘输入数据点的三维坐标值。输入完按“结束”按钮退出。即生成并显示所输入数据点定义的在缺省条件（平均规范积累弦长参数化、双三次，两个方向控制顶点数都等于 3）下采用笔者建议的 UAVG 确定节点配置的 B 样条逼近曲面的三视图，且在右下方的第四视区显示 U 向、 V 向节点矢量。

9.3.2.3 DAT 数据文件输入

单击本菜单项，将弹出“打开”对话框，在本章目录下找到惟一的曲面 DAT 数据文件：CupData.dat，选中该数据文件，即生成并显示所输入数据文件所含数据点定义的在缺省条件（平均规范积累弦长参数化、双三次，两个方向控制顶点数都等于 3）下采用笔者建议的 UAVG 确定节点配置的 B 样条逼近曲面的三视图，且在右下方的第四视区显示 U 向、 V 向节点矢量。

9.4 拟合曲面属性操作

9.4.1 修改插值曲面数据点

单击菜单项，将弹出“曲面数据点序号”对话框，都从 0 开始，输入后，按“确定”按钮，又弹出“输入曲面数据点的坐标值”对话框，编辑框中显示的是由输入的 v 向 u 向数据

点序号指定的那个数据点顶点的当前三坐标值。可不予改变，也可输入新坐标值，按“确定”按钮退出，则生成并显示该数据点修改后的双三次 B 样条插值曲面。

9.4.2 改变曲面数据点参数化方法

在屏幕显示双三次 B 样条插值曲面的三视图情况下，单击菜单项，弹出“数据点参数化方法”对话框，可在双向四种参数化方法：规范均匀参数化、规范弦长参数化、规范向心参数化与规范福利参数化方法中各任选一种。双向可取相同或不同的参数化方法。可见到不同的数据点参数化方法对曲面形状的影响。

9.4.3 改变插值曲面边界条件

在屏幕显示双三次 B 样条插值曲面的三视图情况下，单击菜单项，弹出“C2 开曲面边界条件”对话框，双向两端均可取五种边界条件，其中切矢条件可取“鼠标输入”与“键盘输入”两种不同输入方式，双向可取相同或不同的边界条件，每向两端也可取相同或不同的边界条件。除切矢条件与虚节点条件外，按“确定”按钮退出，即可显示所取边界条件下形状发生改变的双三次 B 样条插值曲面。若选切矢条件（鼠标拖动），按“确定”按钮，即可用鼠标拖动显示的切矢矢端，曲面形状随之改变。若选切矢条件（键盘输入—），将弹出信息提示框，按“确定”按钮后，依次弹出各端点切矢的当前坐标分量值，可保持不变，也可更改输入新值。输完退出后，即显示所取切矢边界条件下形状发生改变的双三次 B 样条插值曲面。若选虚节点条件，则将弹出要求“输入相应端虚节点参数”的对话框，按“确定”按钮退出，即显示所取虚节点条件下形状发生改变的双三次 B 样条插值曲面。

9.4.4 修改逼近曲面数据点

单击菜单项，将弹出“输入曲面数据点序号”对话框，都从 0 开始，输入后，按“确定”按钮，又弹出“输入曲面数据点的坐标值”对话框，编辑框中显示的是由输入的 v 向 u 向数据点序号指定的那个顶点的当前三坐标值。可不予改变，也可输入新坐标值，然后，按“确定”按钮退出，则生成并显示该数据点修改后的 B 样条逼近曲面。

9.4.5 修改曲面逼近数据点参数化

在显示曲面的三视图情况下，单击菜单项，将弹出“修改曲面逼近数据点参数化”对话框， U 、 V 向参数化方法各有平均规范均匀参数化、平均规范弦长参数化、平均规范向心参数化三种选择，缺省为平均规范弦长参数化。单选题中打上勾的是当前所采用的参数化方法，可任选其一，也可不予改变，按“确定”按钮退出后，即生成并显示所选参数化方法下的 B 样条逼近曲面。

9.4.6 修改曲面逼近参数

单击菜单项，将弹出“修改曲面逼近参数”对话框，编辑框中显示的是当前 v 向、 u 向的次数， v 向、 u 向的控制顶点数和逼近容差，可改变其中一项或多项，甚至全部，也可不予改变，按“确定”按钮退出，则生成并显示所选参数下的 B 样条逼近曲面。

9.4.7 U 向控制顶点数增加 1

在当前显示 B 样条逼近曲面三视图，且显示最大偏差的情况下，单击菜单项，逼近曲面的 U 向控制顶点数将增加 1，进入迭代过程的一级迭代，一级迭代后控制顶点、最大偏差与 U 向节点矢量都将发生变化。从中可以见到，逼近曲面对数据点的逼近情况是改善还是恶化。如果仍显示最大偏差，可再次单击菜单项，……，直到显示“B 样条曲面逼近,对数据点偏差在规定精度以内!”或“已是 B 样条曲面插值,对数据点无偏差!”,迭代终止，得到在规定精度以内的 B 样条拟合曲面。

9.4.8 V 向控制顶点数增加 1

在当前显示 B 样条逼近曲面三视图，且显示最大偏差的情况下，单击菜单项，逼近曲面的 V 向控制顶点数将增加 1，进入迭代过程的一级迭代，一级迭代后控制顶点、最大偏差与 V 向节点矢量都将发生变化。从中可以见到，逼近曲面对数据点的逼近情况是改善还是

恶化。如果仍显示最大偏差，可再次点击本菜单项，……，直到显示“B 样条曲面逼近,对数据点偏差在规定精度以内!”或“已是 B 样条曲面插值,对数据点无偏差!”,迭代终止，得到在规定精度以内的 B 样条拟合曲面。

9.4.9 UV 向控制顶点都增加 1

在当前显示 B 样条逼近曲面三视图，且显示最大偏差的情况下，单击菜单项，逼近曲面 U 、 V 向控制顶点数都将增加 1，进入迭代过程的一级迭代，一级迭代后控制顶点、最大偏差与 U 、 V 向节点矢量都将发生变化。从中可以见到，逼近曲面对数据点的逼近情况是改善还是恶化。如果仍显示最大偏差，可再次点击本菜单项，……，直到显示“B 样条曲面逼近,对数据点偏差在规定精度以内!”或“已是 B 样条曲面插值,对数据点无偏差!”,迭代终止，得到在规定精度以内的 B 样条拟合曲面。

9.4.10 返回原逼近曲面

在当前显示 B 样条逼近曲面三视图的情况下，单击菜单项，将返回到缺省条件下的 B 样条逼近曲面。

9.4.11 计算显示/隐藏曲面上点和偏导矢

若当前显示的是曲面的三视图，单击菜单项，将弹出“输入 UV 参数与偏导矢阶数”对话框，输入后，按“确定”按钮退出，即在由输入 UV 参数确定的曲面上点处显示相应的偏导矢及其坐标分量值。再次单击菜单项，则隐藏显示。

特别地，若输入的两个参数值之一的 U 参数值，为 U 内节点值，另一个 V 参数值非 V 内节点值，则将会弹出“ U 内节点值导矢选择”对话框，如直接按“确定”按钮退出，即默认情况下将计算输出右 u 偏导矢，也可通过单选钮改为点选“计算左 u 偏导矢”，则输出左 u 偏导矢。左右 u 偏导矢有可能相等，也有可能不相等即不连续，取决于 U 参数次数、该 U 内节点重复度与 u 偏导矢阶数。类似地若输入的两个参数值之一的 V 参数值，为 V 内节点值，另一个 U 参数值非 U 内节点值，则将会弹出 V 内节点值导矢选择对话框，如直接按确定按钮退出，即默认情况下将计算输出右 v 偏导矢，也可通过单选钮改为点选“计算左 v 偏导矢”，则输出左 v 偏导矢。左右 v 偏导矢有可能相等，也有可能不相等即不连续，取决于 V 参数次数、该 V 内节点重复度与 v 偏导矢阶数。若输入的 U 、 V 两个参数值分别是 U 、 V 内节点值，则将先弹出 U 内节点值导矢选择对话框，后弹出 V 内节点值导矢选择对话框，将有四种选择组合，计算输出将是右 u 右 v 、左 u 左 v 、右 u 左 v 、左 u 右 v 四种偏导矢之一。

9.4.12 显示曲面投影图

若当前显示的是曲面的三视图，单击菜单项，将弹出“选择显示曲面投影图”对话框，可在其中的复选框勾选或去选显示曲面控制网格，然后按“确定”按钮退出，将转而显示曲面的投影图。图形区左上角小坐标系将同时显示曲面所在当前的三坐标轴取向。这时即可点选项层菜单下一行工具条中的四个箭头表示的旋转按钮和三个小放大镜表示的缩放按钮，也可点击顶层菜单弹出的次级菜单选项，进行视图操作。

如果三视图因故发生问题显示不出时，可单击本菜单项，显示投影图，再单击“返回曲面三视图”，即可重新显示三视图。

9.4.13 返回曲面三视图

如果当前显示的是曲面的投影图，单击菜单项，将返回到显示原曲面三视图。

9.4.14 鼠标拖动修改曲面形状

这是在菜单项中未列出的一项属性操作，不必单击菜单就即可进行。

对生成的双三次 B 样条插值曲面与 B 样条逼近曲面，可移动鼠标指到某个希望移动的数据点，按住鼠标左键进行拖动，修改插值曲面与逼近曲面的形状。对于双三次 B 样条插值曲面，如果曲面两个参数方向中任一个或两个，首末端边界条件之一或两者都选用切矢边界条件（鼠标拖动）时，即可直接拖动显示的偏导矢矢端，修改插值曲面的形状。但由反算

生成的插值曲面的控制顶点鼠标拖动被禁用。

鼠标拖动修改曲面形状时涉及大量内部计算，有可能计算机反应不及时而出现显示问题。为防止这样的问题出现，建议按住鼠标左键缓缓拖动，力避快速激烈操作。

如果鼠标拖动双三次 B 样条插值曲面的数据点或偏导矢端，因故显示出现问题时，可点击“改变插值曲面边界条件”菜单项，将边界条件全部改选为缺省的自由端点条件，即可恢复正常显示。然后再选你希望的边界条件，再进行鼠标拖动操作。

9.5 视图操作

对于生成的 B 样条曲面三视图，除可直接用鼠标拖动数据点修改曲面的形状外，还可通过视图菜单或工具条中的放大、缩小、还原操作进行图形的变换，对于曲面投影图，还能进行左旋、右旋、上旋、下旋操作。

9.6 特别说明

本章遇到如下问题：在点击菜单“文件→保存”或“文件→打开”或在某些情况下，计算机发出“崩”的声音，同时弹出名为“Microsoft Visual C++ Debug Library”对话框，里面有“终止(A)”、“重试(R)”、“忽略(I)”三个按钮，应按“忽略(I)”按钮，如是打开文件，将弹出“打开”对话框，先确定查找范围，即要打开的数据文件所在的文件夹，然后将最下面那行的文件类型改选为“所有文件(*.*)”，再在中部空白处显示出的所有文件中找到你要打开的那个数据文件，用鼠标双击该文件名，可能又弹出名为“Microsoft Visual C++ Debug Library”对话框，照样按“忽略(I)”按钮，便可绘制该数据文件表达的图形。

有可能这是 Visual C++6.0 存在的 bug 引起，开发者暂时无法解决，抱歉！